



**Faculdade de Medicina da Universidade de Lisboa**

**Hospital de Santa Maria**

**Clínica Universitária de Pediatria**

# Voar com doença pulmonar em idade pediátrica

---

*Revisão da Literatura*

*Trabalho Final de Mestrado em Medicina*

**Discente: Rita Catarina Ornelas Saraiva**

**Orientador: Dr.<sup>a</sup> Maria Luisa Pereira**

*Lisboa, Janeiro 2016*

---

# ÍNDICE

Resumo	3
Abstract	4
Introdução	5
O que acontece durante um voo comercial	5
Alterações ambientais no avião	5
Adaptações fisiológicas em adultos e crianças	7
Susceptibilidade aumentada nas crianças	8
Fisiopatologia em casos de doença pulmonar	9
Quem deve ser avaliado antes de um voo	13
Como avaliar	14
Quem não deve viajar de avião: contra-indicações	18
Oxigénio suplementar e outras medidas durante o voo	19
Emergências médicas a bordo: complicações respiratórias	22
Considerações finais	24
Agradecimentos	25
Bibliografia	26

## RESUMO

Atualmente, cada vez mais crianças realizam viagens aéreas, entre elas crianças com doença pulmonar crónica que apresentam um risco acrescido de hipoxémia quando expostas ao ambiente de hipóxia hipobárica verificado face às alterações ambientais que ocorrem durante um voo comercial.

É, por isso, importante saber quais as que devem ser avaliadas previamente ao voo, que testes devem ser realizados, quais as contra-indicações para a realização da viagem e quais as que irão necessitar de oxigénio suplementar ou outras medidas a bordo. Foram estas as questões que se pretenderam responder no presente artigo.

O teste de simulação de hipóxia é considerado o gold standard, embora a evidência mais recente sugira que apresenta algumas limitações quando utilizado em crianças.

Apesar de existirem guidelines publicadas, a grande maioria é dirigida a adultos e são precisos mais estudos com crianças de maneira a assegurar que é feita uma correcta pré-avaliação, bem como uma assistência adequada a bordo tendo em conta as suas necessidades específicas.

Esta revisão e sistematização da literatura apresenta as evidências disponíveis sobre as viagens aéreas e os seus riscos em crianças com doença pulmonar.

## **ABSTRACT**

Nowadays, the number of children that air travel is constantly growing. Among these children, there are the ones with chronic pulmonary disease who present an increased risk of hypoxemia when exposed to an environment of hypobaric hypoxia, verified in environmental alterations that occur during a commercial flight.

Therefore, it is important to know which children should be evaluated before flying, what tests should be performed, which are the contraindications of flying and which children will need supplemental oxygen or other on-board measures. These were the questions that we intended to answer in this article.

Hypoxia's simulation test is considered as the gold standard, although most recent evidence suggests that it presents some limitations when performed on children.

In spite of existing published guidelines, its majority targets the adult population where further studying is needed in order to ensure that a correct pre-evaluation is performed on children, as well as an adequate on-board assistance regarding their specific needs.

This literature review and systemization presents the available evidence on air travelling and its risks to children with pulmonary disease.

## **INTRODUÇÃO**

Num mundo cada vez mais globalizado, o transporte aéreo de passageiros tornou-se imprescindível nos dias de hoje. Os voos comerciais passaram a ser uma rotina na vida moderna e, segundo a Associação Internacional de Transportes Aéreos (IATA), em 2014 eram estimados 3.3 biliões de viajantes em todo o mundo, com um total de 35.083.810 passageiros registados pelos Aeroportos de Portugal. (1, 2) Esta passou também a ser uma realidade no dia-a-dia de muitas crianças.

Com o avanço científico e tecnológico, observa-se um aumento na esperança média e qualidade de vida das crianças com doença pulmonar crónica, o que veio permitir importantes mudanças nos estilos de vida destes doentes. A grande maioria das crianças que viaja é saudável, mas estas mudanças refletem-se também no aumento do número de crianças com doença pulmonar que realizam viagens aéreas sejam elas de lazer, escolares ou mesmo por razões de saúde.

A informação recente relativamente a passageiros com doença, pulmonar ou outras, é escassa, especialmente no que diz respeito às crianças, sendo a maioria das recomendações existente dirigida a adultos. O crescente número de crianças com patologia pulmonar a viajar, a maior duração dos voos e os recentes avanços na indústria aeronáutica com aviões de maiores dimensões e capazes de voar a maiores altitudes, tornam indispensável rever os efeitos das elevadas altitudes atingidas durante um voo comercial e os seus riscos. Esta revisão e sistematização da literatura aborda as evidências existentes sobre o transporte aéreo em crianças com doença pulmonar.

## **O QUE ACONTECE DURANTE UM VOO COMERCIAL**

### **- Alterações ambientais no avião**

Para compreender quais as principais alterações inerentes ao transporte aéreo e quais os seus riscos, é importante ter em conta as diversas variáveis que entram em jogo quando falamos em grandes altitudes.

### Altitude e Pressão atmosférica

Ao nível do mar a pressão atmosférica é aproximadamente 760mmHg, diminuindo à medida que a altitude aumenta. (3)

Os voos comerciais têm uma altitude de cruzeiro de 30-40000' (9144-12192m) de maneira a evitar turbulência e reduzir custos de combustível. A este nível o  $\text{FiO}_2$  deixa de ser 21% como ocorre ao nível do mar e passa para aproximadamente 4%, sendo incomportável para o ser humano. (4) De maneira a contrariar este facto, os aviões apresentam um sistema de ventilação que tem várias funções, entre as quais o fornecimento de ar renovado e remoção de poluentes; a pressurização da cabine; o controlo da temperatura e o arrefecimento dos equipamentos técnicos. (5) Deste modo, as cabines são pressurizadas até a um limite máximo equivalente a uma altitude de 8000' (2438m), sendo o  $\text{FiO}_2$  de 15% a este nível, o que resulta numa diminuição da  $\text{PaO}_2$  para 53-64mmHg. Apesar da diminuição da  $\text{PaO}_2$  verificada durante um voo não ter relevância clínica em indivíduos saudáveis, o mesmo pode não acontecer em casos de doença pulmonar subjacente. (6)

### Temperatura e Humidade

A temperatura diminui cerca de 2°C por cada 300m, sendo necessário o aquecimento do ar no interior do avião para segurança e conforto dos passageiros. A humidade encontra-se também diminuída (5-25%) o que pode causar algum desconforto e secura ao nível dos olhos, nariz e pele da maior parte dos passageiros. (7)

### Concentração de Ozono

A concentração do ozono, muito baixa a nível do mar, aumenta com a altitude podendo tornar-se tóxica para o sistema respiratório, razão pela qual os aviões se encontram equipados com conversores catalíticos para reduzir a concentração deste gás. (8)

### Qualidade do ar

Devido à densidade de pessoas a respirar o mesmo ar durante um voo é importante manter a qualidade do ar. Isso só é possível graças a um sistema de ventilação responsável pela recirculação de aproximadamente 50% do ar e pela sua renovação 20 a 30 vezes por hora. O ar passa ainda por um sistema de filtros HEPA (High Efficiency Particulate Air filter) que é responsável pela retenção de partículas em

suspensão até 0.3  $\mu\text{m}$ , sendo também eficaz na retenção de bactérias, fungos e até mesmo vírus, o que contribui para a diminuição do risco de transmissão de infecção. (7)

Como resultado destas alterações, a pressão parcial de  $\text{O}_2$  inspirado ( $\text{PiO}_2$ ), a pressão alveolar ( $\text{PAO}_2$ ) e a pressão arterial ( $\text{PaO}_2$ ) diminuem com a altitude, gerando um ambiente de hipóxia hipobárica. Um estudo realizado em indivíduos saudáveis (1-78 anos), registou uma diminuição da  $\text{SpO}_2$  de 97% ao nível do solo para 93% durante o voo; (9) e outro estudo realizado em crianças saudáveis (6 meses-14 anos) registou uma diminuição da  $\text{SpO}_2$  de 98,5% ao nível do mar para 95.7% e 94.4% às 3h e 7h de voo, respectivamente. (10) Estes estudos concluíram que a hipóxia hipobárica verificada durante o voo, resulta numa diminuição da  $\text{SpO}_2$  em crianças e em adultos saudáveis embora sem tradução sintomática. (9,10)

#### **- Adaptações fisiológicas em adultos e crianças**

Durante a exposição às grandes altitudes de um voo comercial, várias são as adaptações fisiológicas que ocorrem em resposta à hipóxia hipobárica. (Figura 1)

A diminuição da  $\text{PaO}_2$  é seguida do aumento da ventilação por minuto graças a um aumento da frequência respiratória (FR) e sobretudo do volume corrente (VC), podendo resultar em hipocápnia e alcalose respiratória que por sua vez podem desencadear, em casos extremos, apneia e respiração periódica (padrão Cheyne-Stokes). A nível cardíaco, em resposta à hipóxia sistémica e ao aumento do consumo de  $\text{O}_2$  por parte dos músculos respiratórios, assiste-se a um aumento do débito cardíaco sobretudo devido à taquicardia. Com o aumento do débito cardíaco ocorre o aumento da perfusão pulmonar que, juntamente com a vasoconstrição hipóxica da artéria pulmonar e aumento das pressões sistólicas pulmonares, resulta num aumento da resistência vascular pulmonar. Consequentemente, ocorre a redistribuição do fluxo sanguíneo pulmonar com aumento da perfusão de certas áreas dos pulmões em comparação com o que ocorre ao nível do mar. (8)

Apesar da hipóxia hipobárica se verificar quer em adultos quer em crianças saudáveis, existem algumas diferenças ao nível das suas respostas fisiológicas. As crianças tendem a ter um limiar inferior de apneia e menos respiração periódica durante o sono quando comparadas com os adultos. Este diferencial é tão maior quanto menor for a

idade das crianças e em especial nos recém-nascidos pré-termo que apresentam uma resposta imatura bifásica à hipóxia com um aumento transitório da ventilação seguido de uma diminuição perante a manutenção da hipóxia, culminando em apneia. Esta resposta tende a desaparecer por volta dos dez dias de vida dando lugar à resposta que se verifica no adulto, mas existe evidência que pode permanecer até aos seis meses. (11)

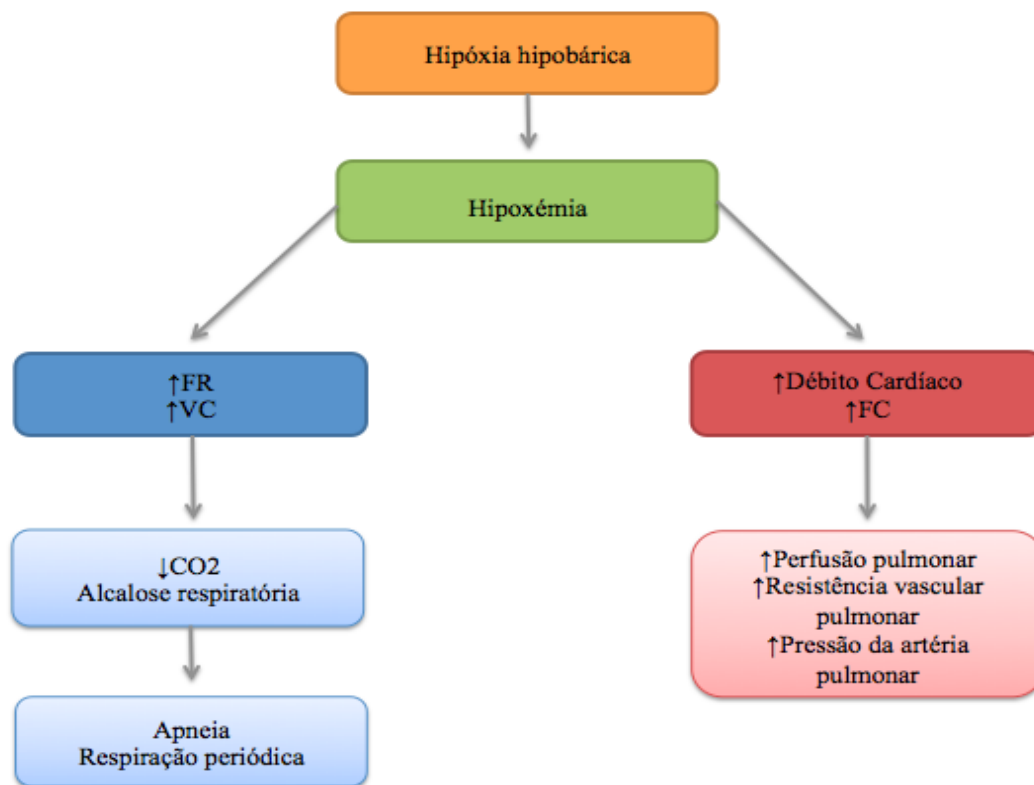


Figura1: Adaptações fisiológicas durante um voo comercial

FR- frequência respiratória, VC- volume corrente FC- frequência cardíaca, CO<sub>2</sub>- dióxido de carbono

### - Susceptibilidade aumentada nas crianças

Teoricamente, factores fisiológicos como a existência de hemoglobina fetal, a tendência para vasoconstrição pulmonar e broncoconstrição paradoxal perante hipóxia; e factores anatómicos como a menor complacência do sistema respiratório, o menor diâmetro das vias aéreas, o menor número de alvéolos e a orientação mais horizontal das costelas, tornam as crianças, mesmo na ausência de patologia, mais susceptíveis à hipoxémia. (3, 12, 13)



## - Fisiopatologia em casos de doença pulmonar

Desde a decolagem até à altitude de cruzeiro decorrem aproximadamente 20 minutos, não existindo tempo para uma aclimatização o que acaba por expor os passageiros a um stress hipóxico agudo. (15)

Os indivíduos saudáveis são caracterizados por uma grande reserva ventilatória, sendo o aumento da ventilação por minuto geralmente bem tolerado. Por outro lado, em caso de doença pulmonar subjacente, mesmo um aumento moderado da ventilação pode esgotar a reserva ventilatória, que pode encontrar-se já reduzida em repouso. Para além disso, os doentes pulmonares podem ter alterações significativas da perfusão/ventilação, com áreas mal ventiladas e hipertensão pulmonar, o que faz com que a vasoconstrição pulmonar, induzida pela hipóxia, agrave ainda mais o espaço morto e dificulte a adaptação à diminuição da  $PaO_2$ . (15) A figura 2 demonstra como, em contraste com indivíduos saudáveis, outros indivíduos, como é o caso daqueles com doença pulmonar subjacente, podem ter um risco aumentado de hipoxémia significativa, mesmo na gama de altitudes habituais do avião. (16)

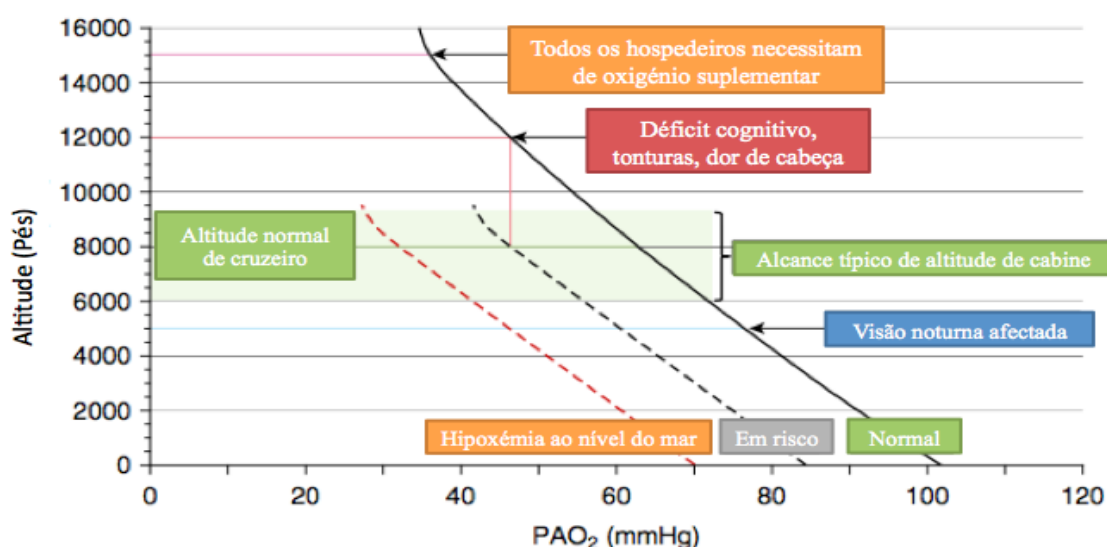


Figura 2: Relação entre a altitude de cabine e a  $PAO_2$  a bordo de um indivíduo com  $PAO_2$  normal, um indivíduo "em risco" com  $PAO_2$  borderline e um indivíduo com hipoxémia significativa ao nível do mar. (16)

## **Doenças Pulmonares Obstrutivas**

- **Doença Pulmonar Obstrutiva Crónica (DPOC)**

Os principais problemas da DPOC são as alterações da relação ventilação/perfusão com ineficácia das trocas gasosas, o aumento do trabalho ventilatório, a força muscular reduzida e a hipertensão pulmonar leve a moderada. (17)

Em pacientes com DPOC, a capacidade para aumentar a ventilação por minuto, em resposta à hipóxia é limitada e a presença de uma alteração na perfusão/ventilação dificulta a oxigenação adequada durante o voo. (15)

Para além da possível deteriorização da doença pulmonar de base, é ainda incerto se os doentes com DPOC expostos a hipóxia aguda durante viagens aéreas podem ter um risco aumentado de tromboembolismo venoso.(15)

A escassez de sintomas na maioria dos estudos realizados em doentes com DPOC, sugere que estes doentes, cronicamente expostos à hipóxia mesmo ao nível do mar, se encontram já “adaptados” e conseguem tolerar as reduções na PaO<sub>2</sub> verificadas nas grandes altitudes. No entanto, são estudos realizados numa amostra muito pequena de doentes com doença leve a moderada pelo que não são conclusivos nem devem ser generalizados. (17)

- **Asma**

Durante as viagens aéreas, os doentes asmáticos são expostos a alterações ambientais que podem contribuir para a exacerbação da doença.

A hipóxia aguda reduz os sintomas de dispneia e toracalgia induzidos pela metacolina, um resultado que sugere que o agravamento dos sintomas poderá não ser perceptível pelos doentes em altitudes elevadas(17); a hipocápnia resultante da hiperventilação compensatória parece ser responsável pelo aumento da resistência das vias aéreas(17); a baixa temperatura poderá também ser um agravante uma vez que o ar frio está associado a um aumento da hiperresponsividade brônquica(17); e a humidade reduzida do ar da cabine pode favorecer o desenvolvimento de broncospasmo devido à perda de água a partir da mucosa brônquica.(8)

Contudo, apesar de todos estes potenciais agravantes, os dados existentes sugerem que o ambiente de voo não costuma causar problemas aos doentes asmáticos. (14)

- **Fibrose Quística**

Nos doentes com fibrose quística, para além da diminuição da  $PaO_2$ , o ambiente da cabine pode representar mais um importante fator de risco. A humidade e temperatura reduzidas do ar inspirado podem alterar a função da mucosa das vias aéreas, aumentando a produção de muco e o risco de broncoespasmo, com formação de rolhões mucosos e possivelmente atelectasias. (15)

Porém, segundo alguns estudos, estes doentes conseguem tolerar valores inferiores a 50mmHg de  $PaO_2$  por várias horas sem descompensação cardíaca, sintomas cerebrais ou outros, pelo que, tal como acontece nos casos de DPOC, parecem estar bem adaptados a condições de hipóxia grave intermitente. (18, 19) Doentes com  $FEV_1$  inferior (<50%) parecem apresentar maior risco, pelo que devem ser sujeitos a uma avaliação médica mais rigorosa antes de qualquer viagem aérea. (14)

### **Doenças Pulmonares Intersticiais**

Também neste grupo de doenças, a capacidade para aumentar a ventilação por minuto em resposta a hipóxia é limitada e as alterações existentes ao nível da perfusão/ventilação podem levar a uma diminuição da  $PaO_2$  e  $SaO_2$  para níveis particularmente críticos durante as viagens aéreas. (15)

Os estudos existentes demonstraram uma diminuição significativa da  $PaO_2$  e  $SaO_2$  quando expostos a ambientes de hipóxia, sendo a diminuição ainda mais marcada quando realizam exercício físico ligeiro equivalente ao caminhar na cabine de avião. Em relação ao desenvolvimento de sintomas devido à hipoxémia, alguns casos de dispneia foram relatados. (20, 21) Estes doentes parecem também mais propensos a necessitar de cuidados de saúde não programados para eventos respiratórios do que os pacientes com outros diagnósticos, no período de 4 semanas que se segue ao voo. (6) Sabe-se ainda que o desenvolvimento de hipertensão pulmonar secundária é comum e, ao ser agravada pela vasoconstrição em resposta à hipóxia aguda, pode ter consequências mais graves e culminar em insuficiência cardíaca direita ou edema pulmonar de grande altitude. Nestes casos pode ser necessário o uso profilático de oxigénio suplementar e nifedipina. (17)

### **Pneumotórax**

À medida que o avião atinge a altitude de cruzeiro, a pressão no interior da cabine diminui, causando um aumento de volume de, aproximadamente, 25-30% do ar dentro das cavidades corporais fechadas. A expansão de uma lesão intratorácica contendo gás ocorre quando não existe comunicação com a árvore traqueo-brônquica, o que impossibilita a equalização da pressão e pode acabar por provocar dificuldades respiratórias e até mesmo um pneumotórax de tensão. (17, 22)

As principais questões são relativas à probabilidade de ocorrer um pneumotórax espontâneo em casos de doença pulmonar subjacente, de recorrência após um episódio anterior e de ocorrer no caso da existência de pneumotóraxes residuais e crônicos, no sentido de estabelecer qual a melhor altura para realizar as viagens aéreas. (14)

Várias doenças podem ser responsáveis pelo aprisionamento de ar a nível pulmonar com formação de bolhas, sendo por isso mais propensas ao desenvolvimento de pneumotórax durante um voo comercial. No entanto, com exceção da Linfangioleiomiomatose Pulmonar que apresenta o maior risco (70-80% durante a vida), a ocorrência de pneumotórax permanece baixa mesmo neste grupo de doenças. (15, 22)

No caso de pneumotóraxes crônicos fechados, não existe risco de complicações durante o voo. (14, 22)

Apesar de existirem na literatura vários casos de pneumotórax durante viagens aéreas, os estudos mais recentes sugerem que estes são muito raros. (6, 22, 23)

### **Malformações Arterio-Venosas Pulmonares**

Malformações arterio-venosas pulmonares (MAV) proporcionam uma comunicação direta entre as circulações pulmonar e sistêmica. Cria-se um shunt pulmonar direito-esquerdo que impede a correta oxigenação do sangue a nível pulmonar antes de atingir a circulação sistêmica, resultando em hipoxémia. Além disso, a ausência de um leito de filtração capilar permite que partículas em suspensão atinjam a circulação sistêmica, o que torna os acidentes vasculares embólicos uma complicação comum. No entanto, ao contrário do que seria de esperar, estes indivíduos parecem tolerar bem o ambiente de hipóxia severa sem desenvolver quaisquer sintomas. (14)

## QUEM DEVE SER AVALIADO ANTES DE UM VOO

Os profissionais de saúde são muitas vezes chamados a avaliar e aconselhar quanto à capacidade e segurança de certos doentes realizarem uma viagem aérea. Para fazê-lo da melhor maneira, deverão ter em consideração a última experiência de voo, a duração do voo a realizar, o destino e o tempo decorrido desde a última exacerbação da doença de base. Idealmente, deverá ser realizada história clínica cuidada, exames médicos necessários e optimização da terapêutica a todos os doentes com história de sintomas respiratórios durante voos anteriores, doença pulmonar grave, comorbilidades que possam agravar a hipoxémia, exacerbações recentes da doença e necessidade de realizar oxigenioterapia ou ventilação não invasiva. (14)

A grande questão que se coloca é: quem deve ser submetido a uma avaliação mais rigorosa antes de um de voo?

- Os recém-nascidos de termo, desde que após uma semana após o parto, não necessitam de avaliação prévia antes de viajar. Relativamente aos recém-nascidos pré-termo (< 37 semanas), com ou sem história de doença respiratória, também não necessitam de avaliação, contudo devem ter oxigénio disponível durante o voo caso desenvolvam sinais de dificuldade respiratória. (14)
- Crianças com menos de 1 ano e história de problemas respiratórios crónicos neonatais devem ser avaliadas por um pediatra pneumologista. A decisão de realizar o teste de simulação de hipóxia depende do estado respiratório corrente e do intervalo de tempo decorrido sem necessidade de oxigénio suplementar. (14)
- Crianças mais velhas com doenças pulmonares crónicas cujo FEV<sub>1</sub> é <50% do previsto, devem realizar o teste de simulação de hipóxia. (14)
- Todas as crianças dependentes de oxigenioterapia ao nível do mar não necessitam de ser submetidas a testes de avaliação, sendo a única preocupação a optimização do débito de oxigénio durante o voo. Aquelas que realizaram oxigenioterapia de longa duração nos 6 meses prévios ao voo e que, entretanto, deixaram de a fazer devem ser avaliadas. (14)

## COMO AVALIAR

Nos últimos anos, vários métodos têm sido estudados de maneira a encontrar a melhor forma de prever a hipoxémia em indivíduos com doença pulmonar e identificar os doentes em risco que podem vir a necessitar de oxigénio suplementar durante um voo. Estes incluem os testes de caminhada, a medição de  $SpO_2$  e  $PaO_2$  ao nível do mar, o uso de equações para prever hipoxémia em altitude e também testes de simulação de hipóxia realizados sob condições normobáricas ou hipobáricas.

### **Teste de caminhada**

O teste de caminhada de 50 m é um teste amplamente usado pelos departamentos médicos das companhias aéreas. A avaliação da capacidade de aumentar a ventilação por minuto e o débito cardíaco em resposta ao exercício é uma maneira simples e prática de calcular a reserva cardio-pulmonar necessária para enfrentar as solicitações fisiológicas determinadas pela hipóxia hipobárica durante o voo. A incapacidade de terminar o teste ou o aparecimento de sintomas durante a realização do mesmo podem alertar para a necessidade de oxigénio a bordo. (14, 15, 24)

Contudo, não existem normas para a realização nem evidência da validade deste teste e, muitas das vezes, os passageiros são apenas questionados sobre a capacidade de caminhar 50m e não formalmente testados. Um estudo recente comparou outro teste de caminhada de 6 min, hoje em dia usado noutros contextos, com o teste de simulação de hipóxia em altitude e concluiu que as dessaturações que ocorrem são sobreponíveis, pelo que pode ser útil para orientar na avaliação dos doentes. (25)

Apesar de ser uma possibilidade na avaliação de adultos, este teste de caminhada de 6 min é dificilmente aplicável às crianças mais novas.

### **$SpO_2$ e $PaO_2$ ao nível do mar**

No passado, as guidelines Europeias e Americanas recomendaram o uso da  $SpO_2$  e  $PaO_2$  ao nível do mar para avaliação dos doentes antes das viagens aéreas. (26, 27)

Os estudos recentes demonstraram que uma importante percentagem de indivíduos que apresenta valores normais de  $SpO_2$  ( $>95\%$ ) ao nível do mar, sofre grandes dessaturações quando realizam o teste de simulação de hipóxia. (6, 28) Estes novos dados sugerem que estes parâmetros não são fiáveis no predizer de hipoxémia e complicações a bordo. (14)

### **Equações que predizem hipoxemia**

Algumas equações elaboradas a partir de estudos realizados, na sua maioria em indivíduos com DPOC submetidos a câmaras hipobáricas ou testes de simulação de hipóxia, têm também sido utilizadas para estimar o risco de hipoxemia em altitude elevadas. (14)

Um estudo realizado em doentes com DPOC, doenças pulmonares intersticiais e fibrose quística concluiu que, de uma maneira geral, estas equações parecem sobre-estimar a necessidade de oxigénio suplementar a bordo. (29) Todavia, este método é uma alternativa barata e simples e podem ser uma ferramenta de triagem fiável para identificar os doentes com  $PaO_2$  borderline antes de ponderar a realização de outros testes. (14, 19, 30)

### **Teste de simulação de hipóxia**

O teste ideal seria a exposição à hipóxia numa câmara hipobárica, simulando o ambiente de voo. No entanto, as condições necessárias para a realização deste teste são dispendiosas e não se encontram disponíveis na maioria dos centros médicos, o que torna difícil a colocação do mesmo em prática. (14)

Como alternativa, é realizado o teste de simulação de hipóxia (TSH) em condições normobáricas. Este teste consiste na respiração de uma mistura de gases hipóxica contendo 15% de oxigénio e nitrogénio, durante 20 minutos. A administração pode ser feita através de uma máscara facial bem adaptada, uma peça bucal, uma máscara de venturi ou ainda num pletismógrafo. Os pacientes são monitorizados antes e durante todo o teste através de gasimetria e oximetria de pulso. Apesar do TSH não reproduzir as condições exatas da cabine nem o tempo de voo, é um teste tão fiável e útil quanto aquele realizado em câmara hipobárica. (14, 15, 31)

Tanto a Aerospace Medical Association (AMS) como a British Thoracic Society (BTS) publicaram orientações para a avaliação dos indivíduos em risco antes de uma viagem aérea. As diretrizes da AMS, publicadas em 2003, afirmam que uma  $PaO_2 > 70 \text{ mmHg}$  estável ao nível do mar é, na maioria dos casos, considerada adequada para a realização da viagem. (27) A versão mais recente da BTS, publicada em 2011, afirma que indivíduos com  $SpO_2 > 95\%$  ao nível do mar são capazes de mantê-la  $> 90\%$  durante a viagem. (14)

Apesar de estudos realizados apontarem algumas limitações e alertarem para a necessidade de maior investigação de modo a melhorar a precisão do teste de simulação de hipóxia, a AMS e a BTS continuam a considerá-lo o melhor método. (32–35)

As orientações mais atuais e abrangentes são as da BTS (Figura 3), que sugerem que o teste deve ser realizado em todos os pacientes com  $SpO_2 < 95\%$ . Perante uma  $PaO_2$  superior a 50 mm Hg ou uma  $SpO_2$  de pelo menos 85% no teste, não existe risco de hipoxémia a bordo. Valores inferiores exigem suplementação de oxigênio 2l/min através de óculos nasais. (14)

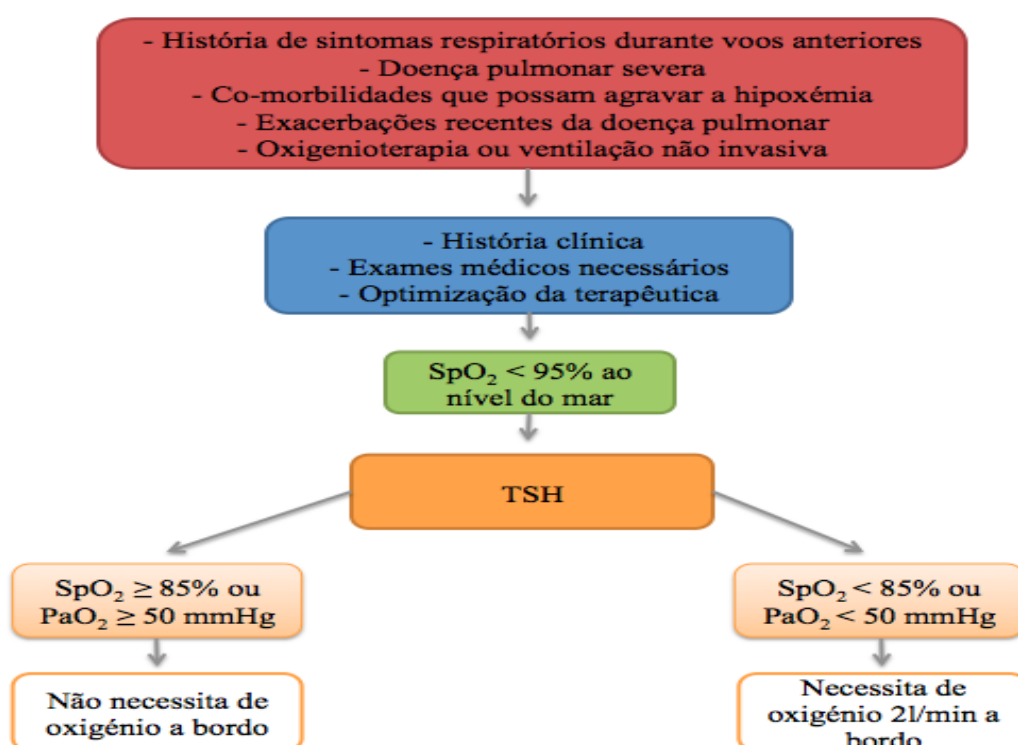


Figura 3: Algoritmo para avaliação de adultos em risco antes de um de um voo comercial

Nos últimos anos, alguns estudos foram realizados em crianças e recém-nascidos, com e sem história de doença pulmonar, no sentido de avaliar a aplicabilidade e fiabilidade destes testes.

Como foi realçado anteriormente, mesmo as crianças saudáveis sofrem uma diminuição da  $SpO_2$  quando expostas a ambientes de hipóxia, sendo o risco de hipoxémia maior para os lactentes mais jovens. Neste sentido, mesmo sem qualquer intercorrência no pós-parto, os recém nascidos de termo devem aguardar uma semana após o nascimento antes de viajar. (14)



Segundo alguns estudos, a história de parto pré-termo mostrou ser um factor de risco importante para dessaturações acentuadas em ambientes de hipóxia durante o primeiro ano de idade corrigida. Contudo, demonstrou-se que o TSH não é um método fiável na avaliação de recém-nascidos pré-termo, com ou sem história de doença pulmonar, pelo que aqueles que ainda não atingiram a data prevista do parto, não devem realizá-lo. (36, 37) Neste caso, a viagem apenas deve ser realizada com oxigénio suplementar disponível a bordo, que deverá ser fornecido caso ocorram sinais de dificuldade respiratória. (14)

Vários testes realizados em lactentes mais jovens (<1ano) com história de doença pulmonar concluíram que, nestes casos, a SpO<sub>2</sub> não é um bom método para prever hipoxémia durante o voo. (36–38) Outros concluíram que o TSH também não é um método fiável em crianças saudáveis durante o primeiro ano de vida. (39) As crianças com idade inferior a 1 ano com história de problemas respiratórios crónicos neonatais ou que necessitaram de oxigénio suplementar nos últimos 6 meses, devem ser avaliadas por um pediatra pneumologista e realizar um TSH. (14)

Um estudo realizado em crianças mais velhas (7-9 anos) com fibrose quística concluiu que a espirometria é um melhor teste na previsão de hipoxémia durante o voo quando comparado com o teste de simulação de hipóxia. (40) No entanto, para crianças mais velhas com doença pulmonar crónica cujo FEV<sub>1</sub> seja inferior a 50% do previsto, o THS está recomendado. (14)

No sentido de definir os valores de corte que devem ser usados no teste de simulação de hipóxia em crianças, vários outros estudos foram realizados. As guidelines da BTS de 2002 definiam o valor de SpO<sub>2</sub> de 85%, abaixo do qual as crianças tinham indicação para oxigénio suplementar a bordo. (26) Em 2004, em resposta a um estudo retrospectivo realizado em crianças (<5 anos) com história de doença pulmonar crónica, a BTS propôs o uso do valor de SpO<sub>2</sub> de 90%, no entanto outros ensaios sugeriram que o valor de 85% de SpO<sub>2</sub> seria mais apropriado para discriminar entre as crianças mais jovens quais as que necessitariam de oxigénio a bordo. (36, 38, 41)

Atualmente, a BTS recomenda que o teste deve ser realizado com a criança pequena ao colo do progenitor/cuidador num pletismógrafo, com o ar diluído para 15% de O<sub>2</sub> e nitrogénio. Alternativamente pode ser usada uma máscara com reservatório (não reinalável) e elevado fluxo de 14% de O<sub>2</sub>, embora possa não ser tão fiável. Se a SpO<sub>2</sub> diminuir para <85% (crianças <1 ano de idade) ou <90% (crianças mais velhas), é recomendável oxigénio durante o voo geralmente a 1-2 l/min. (14, 16) A figura 4, resume, com base nas orientações mais actuais da BTS, a avaliação das crianças em risco antes de um voo comercial.

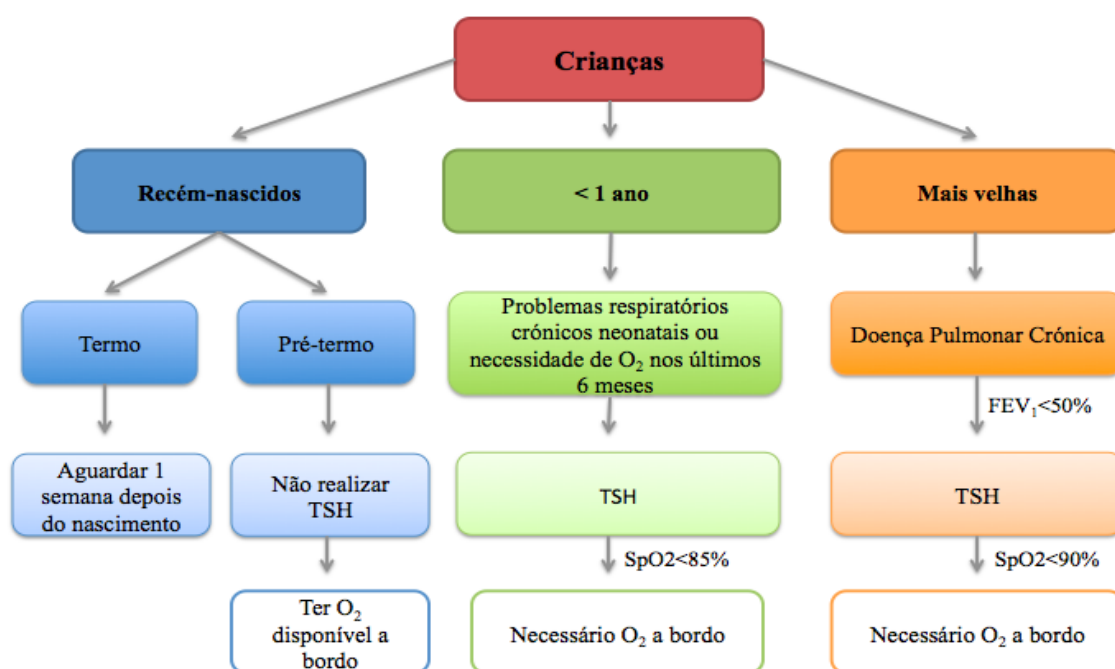


Figura 4: Algoritmo para avaliação de crianças em risco antes de um de um voo comercial

## QUEM NÃO DEVE VIAJAR DE AVIÃO: CONTRA-INDICAÇÕES

Segundo as recomendações mais atuais da BTS, são quatro as contraindicações relativas a doença pulmonar para a realização de viagens aéreas comerciais (14):

- Tuberculose pulmonar ativa
- Pneumotórax vigente
- Hemoptises maciças
- Necessidade de oxigénio suplementar ao nível do mar com débito superior a 4l/min

Em caso de pneumotórax, as recomendações da AMS sugerem que os pacientes devem esperar um mínimo de 2-3 semanas após a drenagem bem sucedida (ou cirurgia torácica não complicada) antes de viajarem. (27) Segundo a BTS, tal como recomendado para os adultos, as crianças devem realizar uma radiografia torácica antes de qualquer voo comercial. Após confirmação radiológica da sua resolução, a viagem deve ser adiada uma semana no caso de pneumotórax espontâneo e duas semanas caso seja de origem traumática. Após torocotomia com pleurodese química ou cirúrgica o risco de recorrência é tão baixo que não são necessárias restrições para viajar. No entanto, para as crianças que não foram submetidas a um procedimento cirúrgico definitivo, permanece um risco significativo de recorrência que é máximo no 1 ano, pelo que devem ser aconselhadas a utilizar formas alternativas de transporte pelo menos durante o 1 ano após o episódio de pneumotórax. (14)

Relativamente aos casos de infecção respiratória, uma criança com tuberculose deve adiar a viagem até que não exista o risco de contágio (tuberculose não-bacilífera) e no caso do vírus influenza até à recuperação total. Os recém-nascidos pré-termo devem aguardar seis meses após a data prevista do parto se surgirem sinais de infecção do trato respiratório. (14)

Para além destas, não existem outras restrições nem recomendações relativamente ao momento ideal para viajar após uma exacerbação recente da doença e as crianças com doença pulmonar crónica, desde que prévia e devidamente avaliadas como acima referido, podem realizar viagens aéreas. (14)

## **OXIGÉNIO SUPLEMENTAR E OUTRAS MEDIDAS DURANTE O VOO**

Segundo o exigido pelos órgãos reguladores da aviação, os aviões comerciais dispõem de um ou mais kits de emergência médica e kits de primeiros socorros (Tabelas I e II) e desde 2004, transportam também desfibriladores automáticos externos. (42, 43) O conteúdo destes kits varia muito de companhia para companhia e alguns deles são bastante completos. (44)

Para além destes, as companhias aéreas são obrigadas a transportar oxigénio suficiente para fornecer 2% dos passageiros durante todo o voo. Os cilindros estão equipados com reguladores que são concebidos para fornecer um débito de 2 ou 4 l/min. (44) Se a avaliação prévia ao voo indicar a necessidade de oxigénio

suplementar a bordo, este é normalmente fornecido pela companhia aérea e deve ser reservado com antecedência. Um formulário detalhado sobre o estado do passageiro e os requisitos de oxigénio, deve ser completado pelo próprio em conjunto com o seu médico e entregue ao departamento médico da companhia aérea que se encarrega de avaliar as necessidades do paciente. Muitas companhias aéreas usam sistemas de administração pulsada de oxigénio (ativados pela respiração) que podem não ser seguros em passageiros mais debilitados, mais jovens (<6 anos) ou muito pequenos (<13 kg), devido aos padrões de respiração irregulares ou mais superficiais que apresentam. É por isso importante assegurar que estes doentes são capazes de ativar o sistema e programar a titulação de oxigénio necessária para o mesmo antes da realização da viagem, caso contrário deve ser acordada uma alternativa com a companhia aérea. Os passageiros que realizem habitualmente oxigenioterapia podem viajar com os seus próprios concentradores de oxigénio portáteis e baterias, desde que correspondam àqueles aprovados pela respectiva companhia aérea. (14, 16)

Passageiros dependentes de ventilação mecânica devem consultar o seu médico e informar a companhia acerca do diagnóstico, última gasimetria, equipamentos necessários e instruções para o seu uso. No caso de dependência total (doentes entubados), é necessário o acompanhamento médico uma vez que o ventilador poderá ter que ser desligado durante a descolagem e aterragem, e o paciente ventilado manualmente. (14)

Em caso de exacerbações agudas de asma e DPOC durante o voo, os doentes devem usar o seu próprio broncodilatador inalatório ou o do kit de emergência médica, até ao alívio sintomático. Os passageiros com doença mais grave ( $FEV_1 < 30\%$ ) devem ter prednisolona na sua bagagem de mão para usar em caso de emergência, bem como toda a sua medicação habitual. (14)

Dado o crescente número de crianças a viajar, é também essencial que os kits médicos estejam adaptados, relativamente ao tamanho dos equipamentos e dosagem dos fármacos, às suas necessidades.

Cada companhia aérea tem as suas políticas, existindo uma grande diversidade nos regulamentos, disponibilidade e custos, pelo que os passageiros que necessitem destas medidas a bordo devem, em conjunto com o seu médico, contactá-las atempadamente de modo a melhor planear a viagem.

**Tabela I: Kit de emergência médica recomendado pela IATA. (43)**

Conteúdo - Fármacos	Conteúdo - Equipamentos
Epinefrina 1: 1000	Esfigmomanômetro
Anti-histamínico (inj.)	Estetoscópio
Dextrose 50% 50 ml (inj. ampola dose única)	Tubos orofaríngeos (tamanhos adequados)
Nitroglicerina (cp ou spray)	Seringas (tamanhos adequados)
Analgésico maior (inj. ou oral)	Agulhas (tamanhos adequados)
Anti-convulsivantes sedativos (inj.)	Cateteres intravenosos (tamanhos adequados)
Anti-eméticos (inj.) ou Ondansetron (oral)	Sistema para a entrega de fluidos intravenosos
Broncodilatador inalatório com câmara expansora descartável	Toalhetes anti-sépticos
Atropina (inj.)	Garrote venoso
Esteróide adrenocortical (inj. ou oral)	Recipiente para materiais cortantes
Diurético (inj.)	Luvas (descartáveis)
Misoprostol	Cateter urinário (com gel de lubrificação estéril)
Cloreto de Sódio a 0,9% 1000 ml	Gaze
Ácido acetilsalicílico (oral)	Fita adesiva
Beta-bloqueante (oral)	Máscara cirúrgica
	Cateter traqueal de emergência
	Clamp cordão umbilical
	Termômetro (não-mercúrio)
	Lanterna e baterias
	Insuflador Manual
	Cartões de suporte básico de vida

Cp – comprimido; Inj.- injetável

**Tabela II: Kit de primeiros socorros recomendado pela IATA (43)**

Conteúdo
Toalhetes anti-sépticos (10)
Pensos rápidos
Ligadura gaze 7,5 cm x 4,5 cm
Ligadura triangular 100 cm, dobradas e alfinetes de segurança
Compressas para queimaduras 10 cm x 10 cm
Compressas esterilizadas 7,5 cm x 12 cm
Compressas de gaze esterilizadas 10.4 cm x 10.4 cm
Fita adesiva, 2,5 cm (rolo)
Suturas adesivas esterilizadas
Toalhetes de limpeza
Penso ocular
Tesoura, 10 cm
Fita adesiva cirúrgica 1,2 cm x 4,6 m
Pinças
Luvas descartáveis (vários pares)
Termômetro (não-mercúrio)
Máscara de reanimação com válvula unidirecional
Manual de primeiros socorros
Formulário de registo do incidente

## EMERGÊNCIAS MÉDICAS A BORDO: COMPLICAÇÕES RESPIRATÓRIAS

Existem cada vez mais indivíduos com co-morbilidades médicas a viajar de avião e, como tal, com maior risco de complicações a bordo. Viajar de avião é seguro para a maioria dos passageiros com doença pulmonar, contudo os problemas respiratórios são a terceira causa mais comum de emergências durante um voo (10-12% dos casos entre 2004 e 2008) e também a terceira causa de desvios de voos por razões médicas. (6, 14)

A tabela III sumariza os potenciais riscos, no caso de doença pulmonar subjacente, durante uma viagem aérea. (14)

**Tabela III: Potenciais riscos durante um viagem aérea para indivíduos com doença pulmonar subjacente.**

Condição médica	Potenciais riscos das viagens aéreas
Asma e DPOC	Broncospasmo agudo, hipoxémia, exacerbação infecciosa
Fibrose Quística	Hipoxémia, exacerbação infecciosa
Doença pulmonar intersticial	Hipoxémia, exacerbação infecciosa
Pneumotórax	38% de expansão do ar residual a 8000 pés; possibilidade de recorrência no prazo de pelo menos 1 ano a menos que pleurodese tenha sido realizada via toracotomia
Malformações arterio-venosas pulmonares	Hipoxémia, AVC, TVP, hemorragia

DPOC- doença pulmonar obstrutiva crónica ; AVC- acidente vascular cerebral; TVP- trombose vascular profunda. (14)

Apesar do risco acrescido, a incidência de eventos médicos durante viagens aéreas comerciais é desconhecida uma vez que não existe sistema de notificação padronizado e obrigatório. (45)

Várias revisões dos registos médicos de companhias aéreas foram realizadas nos últimos anos, mas estimar a frequência destes eventos continua a ser um desafio. (23, 46–51) A grande maioria (65%) das emergências a bordo são devido à exacerbação de problemas médicos pré-existentes e os dados mais recentes apontam para que os sintomas respiratórios correspondam a 12% dos problemas a bordo. (47, 51)

Relativamente aos eventos pediátricos, estudos mais antigos sugerem que estes correspondem a 9-12% de todos as emergências a bordo, 13% das quais relacionadas com o trato respiratório. (48, 49)

Um outro estudo realizado em Portugal, concluiu que um atestado médico pré voo parece ter um potencial preventivo importante em incidentes e complicações médicas a bordo. (52)

No sentido de saber atuar perante as emergências médicas durante um voo, as tripulações recebem formação periódica mas muitas vezes acabam por pedir assistência a médicos ou outros profissionais de saúde que se encontrem a bordo. (43, 44) Ao contrário do que acontece noutros países, na Europa a prestação de assistência médica a bordo por parte dos profissionais de saúde que se encontrem em viagem é obrigatória. (53)

Muitas das companhias estabelecem também parcerias com instituições de cuidados de saúde para fornecer aconselhamento médico em tempo real a partir de uma central de chamadas de emergência. (53)

Vários autores têm sugerido orientações e algoritmos para facilitar a atuação perante as diferentes emergências que podem surgir a bordo. (45, 51, 54, 55) No entanto, não existem orientações oficiais de como proceder quando estas surgem, pelo que é muito importante que a tripulação, o profissional de saúde em viagem e os recursos médicos em terra saibam atuar em conjunto de modo melhorar a qualidade dos cuidados prestados aos passageiros.

A figura 5, apresenta a abordagem geral recomendada aos profissionais de saúde na gestão de emergências médicas a bordo. (53,56)

- **Apresentar-se e indicar qualificações médicas (licença médica)**
- **Atuar de acordo com as suas capacidades**
- **Pedir permissão ao passageiro para o avaliar, se possível**
- **Usar um tradutor, se necessário**
- **Assistir o passageiro no seu lugar sempre que possível, caso contrário usar os corredores do avião**
- **Identificar queixas e a sua duração, realizar exame físico direcionado e obter os sinais vitais**
- **Comunicar e atuar em conjunto com a tripulação e central de assistência médica em terra**
- **Pedir kit de emergência médica**
- **Recomendar desvio do voo se passageiro não melhorar com os cuidados prestados**
- **Continuar a prestar cuidados até que o passageiro se encontre estabilizado**
- **Documentar os achados clínicos e as medidas terapêuticas tomadas**

Figura 5: Abordagem geral para atuação em emergências médicas a bordo (53, 56)

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As viagens aéreas são consideradas seguras para a maioria das crianças e continuarão a fazer parte do seu dia-a-dia.

Quando expostas ao ambiente de hipóxia hipobárica durante o voo, as crianças, tal como os adultos, sofrem diminuição da SpO<sub>2</sub>, mas mantêm-se geralmente assintomáticas. Os lactentes mais jovens apresentam um maior risco de hipoxémia devido à resposta ventilatória imatura.

As principais preocupações dizem respeito às que apresentam condições médicas subjacentes, particularmente história de doença pulmonar, e aos recém-nascidos pré-termo. Nestes casos, deve ser feita uma avaliação rigorosa para aconselhar quanto à realização da viagem e identificar aqueles que necessitarão de oxigénio suplementar a bordo.

Os níveis de saturação de oxigénio ao nível do mar não são indicados para prever hipoxémia a bordo em lactentes e crianças com doença pulmonar e o teste de simulação de hipóxia é impreciso na avaliação de recém nascidos.

Apesar das recomendações existentes, continua a existir falta de evidência relativamente aos métodos de avaliação pré-voo que devem ser utilizados em recém-nascidos, lactentes e crianças mais velhas com doença pulmonar e mais estudos são necessários de modo a assegurar que é seguro viajar de avião, com ou sem oxigénio suplementar.

É ainda, e cada vez mais, importante que haja uma adaptação dos kits médicos, das formações prestadas às tripulações de voo e elaboração de orientações para atuação em emergências médicas a bordo tendo em conta as necessidades das crianças.



## **AGRADECIMENTOS**

À Dr.<sup>a</sup> Luisa Pereira pela orientação do trabalho, revisão crítica do texto e disponibilidade constante. Por ter sido uma excelente professora e um modelo a seguir.

Aos meus pais, irmã e a todos os que me acompanharam e apoiaram ao longo de todo o processo, acreditando sempre no meu empenho e trabalho.

## BIBLIOGRAFIA

1. International Air Transport Association (2015) World Air Trnsnsport Statistics.
2. ANA - Aeroportos de Portugal (2014) Relatorio de Gestão e Contas.
3. Samuels MP (2004) The effects of flight and altitude. *Arch Dis Child* 89(5):448–455.
4. Bossley C, Balfour-Lynn IM (2008) Taking young children on aeroplanes: what are the risks? *Arch Dis Child* 93(6):528–533.
5. Cremers J. (2013) Basics of the aircraft cabin environment.
6. Coker RK, Shiner RJ, Partridge MR (2007) Is air travel safe for those with lung disease? *Eur Respir J* 30(6):1057–1063.
7. DeHart RL (2003) Health Issues of Air Travel. *Annu Rev Public Health* 24(1):133–151.
8. Morgan MDL (2002) Air travel and respiratory disease. *BMJ* 325(7374):1186–7.
9. Humphreys S, Deyermund R, Bali I, Stevenson M, Fee JPH (2005) The effect of high altitude commercial air travel on oxygen saturation. 458–460.
10. Lee AP, Yamamoto LG, Relles NL (2002) Commercial airline travel decreases oxygen saturation in children. *Pediatr Emerg Care* 18(2):78–80.
11. Withers A, Wilson AC, Hall GL (2011) Air travel and the risks of hypoxia in children. *Paediatr Respir Rev* 12(4):271–276.
12. Lang M (2007) Air travel and children ' s health issues. *Heal (San Fr* 12(1):45–50.
13. European respiratory society (2013) *ERS - handbook*.
14. Ahmedzai S, et al. (2011) Managing passengers with stable respiratory disease planning air travel: British Thoracic Society recommendations. *Thorax* 66(Suppl 1):i1–i30.
15. Tzani P, Pisi G, Aiello M, Olivieri D, Chetta A (2010) Flying with Respiratory Disease. *Respiration* 80(2):161–170.
16. Nicholson TT, Sznajder JI (2014) Fitness to fly in patients with lung disease. *Ann Am Thorac Soc* 11(10):1–28.
17. Luks AM, Swenson ER (2007) Travel to high altitude with pre-existing lung disease. *Eur Respir J* 29(4):770–792.
18. Cogo A, Fischer R, Schoene R (2005) Respiratory diseases and high altitude. *High Alt Med \_ Biol* 5(4):435–444.
19. Kamin W, Fleck B, Rose D-M, Thews O, Thielen W (2006) Predicting hypoxia in cystic fibrosis patients during exposure to high altitudes. *J Cyst Fibros* 5(4):223–228.
20. Christensen CC, Ryg MS, Kare Refvem O, Henning Skjonsberg O (2002) Effect of hypobaric hypoxia on blood gases in patients with restrictive lung disease. *Eur Respir J* 20(2):300–305.
21. Seccombe LM (2004) Effect of simulated commercial flight on oxygenation in patients with interstitial lung disease and chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax* 59(11):966–970.
22. Hu X, Cowl CT, Baqir M, Ryu JH (2014) Air Travel and Pneumothorax. *CHEST J* 145(4):688.
23. Sand M, Bechara F-G, Sand D, Mann B (2009) Surgical and medical emergencies on board European aircraft: a retrospective study of 10189 cases. *Crit Care* 13(1):R3.
24. Mohr LC (2008) Hypoxia during air travel in adults with pulmonary disease. *Am J Med Sci* 335(1):71–9.
25. Chetta A, et al. (2007) Walking capacity and fitness to fly in patients with chronic respiratory disease. *Aviat Space Environ Med* 78(8):789–92.
26. Uk JB, Lang A (2002) Managing passengers with respiratory disease planning air travel: British Thoracic Society recommendations. *Thorax* 57(September):289–304.
27. Aerospace Medical Association Medical Guidelines Task F (2003) Medical Guidelines for Airline Travel, 2nd ed. *Aviat Sp Env Med* 74(5 Suppl):A1–19.
28. Akerø A, Christensen CC, Edvardsen A, Ryg M, Skjønsberg OH (2008) Pulse oximetry in the preflight evaluation of patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Aviat Sp Environ Med* 79(5):518–524.
29. Martin SE, Bradley JM, Buick JB, Bradbury I, Elborn JS (2007) Flight assessment in patients with respiratory disease: hypoxic challenge testing vs. predictive equations. *QJM* 100(6):361–7.
30. American Thoracic Society and European Respiratory Society (2004) Standards for the diagnosis and management of patients with COPD. *Crit Care Med*:212–315.
31. Dine CJ, Kreider ME (2008) Hypoxia altitude simulation test. *Chest* 133(4):1002–1005.
32. Kelly P, Swanney M, Seccombe L, Al E (2008) Air Travel Hypoxemia vs the Hypoxia Inhalation Test in Passengers With COPD. *CHEST J* 133(4):920.

33. Mohr L (2008) The Hypoxia Altitude Simulation Test: An Increasingly Performed Test for the Evaluation of Patients Prior to Air Travel. *CHEST J* 133(4):839.
34. Robson AG, Lenney J, Innes J (2008) Using laboratory measurements to predict in-flight desaturation in respiratory patients: are current guidelines appropriate? *Respir Med* 102(11):1592–7.
35. Edvardsen A, Ryg M, Akerø A, Christensen CC, Skjnsberg OH (2013) COPD and air travel: Does hypoxia-altitude simulation testing predict in-flight respiratory symptoms? *Eur Respir J* 42:1216–1223.
36. Resnick SM, Hall GL, Simmer KN, Stick SM, Sharp MJ (2008) The hypoxia challenge test does not accurately predict hypoxia in flight in ex-preterm neonates. *Chest* 133(5):1161–1166.
37. Udomittipong K, et al. (2006) Pre-flight testing of preterm infants with neonatal lung disease: a retrospective review. *Thorax* 61(4):343–347.
38. Buchdahl R, Bush A, S Ward S, Cramer D (2004) Pre-flight hypoxic challenge in infants and young children with respiratory disease. *Thorax* 59:1000.
39. Khanna M, et al. (2013) Evaluating hypoxia during air travel in healthy infants. *Thorax* 68(12):1163–1164.
40. Buchdahl RM, Babiker A, Bush A, Cramer D (2001) Predicting hypoxaemia during flights in children with cystic fibrosis. *Thorax* 56(11):877–879.
41. Martin AC, et al. (2008) Definition of cutoff values for the hypoxia test used for preflight testing in young children with neonatal chronic lung disease. *Chest* 133(4):914–919.
42. Federal Aviation Administration (2004) Code of Federal Regulations 14 CFR 121, Appendix A. 554–557.
43. International Air Transport Association (2015) *Medical Manual*.
44. Ruskin KJ, Hernandez KA, Barash PG (2008) Management of In-flight Medical Emergencies. *Am Soc Anesthesiol* (4):749–755.
45. Champion EW, Nable J V., Tupe CL, Gehle BD, Brady WJ (2015) In-Flight Medical Emergencies during Commercial Travel. *N Engl J Med* 373(10):939–945.
46. Dowdall N (2000) Is there a doctor on a plane - top 10 medical emergencies. *Bmj* 321(NOVEMBER):1999–2000.
47. Qureshi A, Porter KM (2005) Emergencies in the air. *Emerg Med J* 22(9):658–9.
48. Moore BR, Ping JM, Claypool DW (2005) Pediatric emergencies on a US-based commercial airline. *Pediatr Emerg Care* 21(11):725–9.
49. Baltsezak S (2008) Clinic in the air? A retrospective study of medical emergency calls from a major international airline. *J Travel Med* 15(6):391–4.
50. Hung KC, Chan EY, Cocks RA et al. (2010) Predictors of Flight Diversions and Deaths for In-flight Medical Emergencies in Commercial Aviation. *Arch Intern Med* 170(15):1401–1402.
51. Peterson DC, Martin-Gill C, Guyette FX et al. (2013) Outcomes of medical emergencies on commercial airline flights. *N Engl J Med* 368:2075–83.
52. Jorge A, Pombal R, Peixoto H, Lima M (2005) Preflight medical clearance of ill and incapacitated passengers: 3-Year retrospective study of experience with a European airline. *J Travel Med* 12(6):306–311.
53. Gendreau MA DC (2002) Responding to medical events during commercial air-line flights. *N Engl J Med* 346:1067– 73.
54. Silverman D, Gendreau M (2009) Medical issues associated with commercial flights. *Lancet* 373(9680):2067–77.
55. Chandra A, Conry S (2013) In-flight Medical Emergencies. *West J Emerg Med* 14(5):499–504.
56. Association AM (2013) Aerospace Medical Association Air Transport Medicine Committee Guidance Document Medical Emergencies : Managing In-flight Medical Events In-flight medical events.